

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/22790 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

Nicht klassifiziert

[CH/CH]: Pfannenstielstrasse 3, CH-8618 Oetwil am See
(CH). BÜCHLER, Michael [CH/CH]; Lindenbachstrasse
50, CH-8006 Zürich (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH01/00007

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2001 (05.01.2001)

(74) Anwalt: RIGLING, Peter; Patentanwaltsbüro, Troesch
Scheidegger Werner AG, Schwänthenmos 14, CH-8126 Zu-
mikon-Zürich (CH).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): PHONAK AG [CH/CH]; Laubisrütistrasse 28,
CH-8712 Stäfa (CH).

(72) Erfinder: und

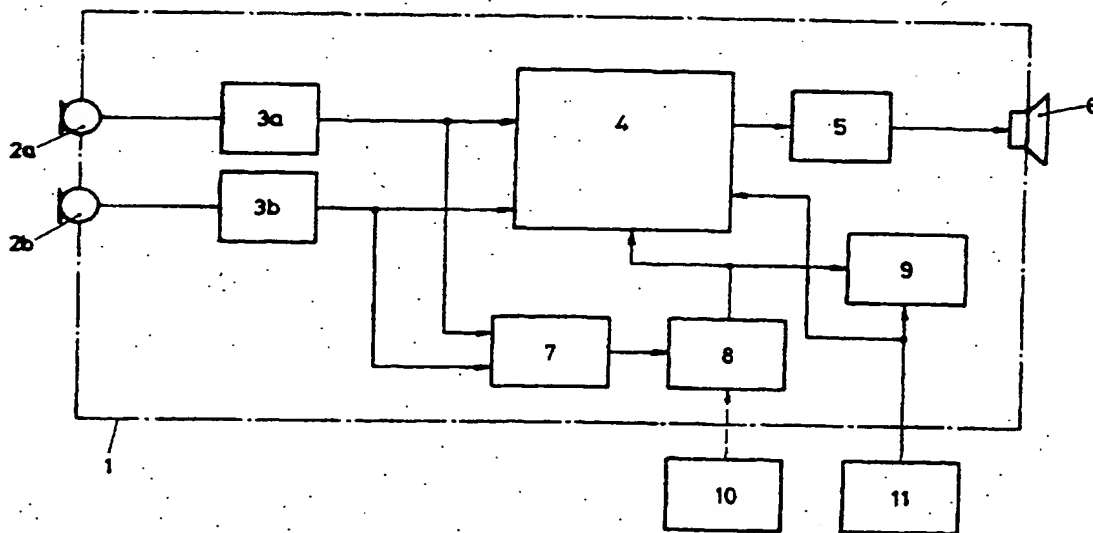
(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALLEGRO, Silvia

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A HEARING-AID AND A HEARING AID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTES UND EIN HÖRGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a hearing aid (1). The method is characterised in that characteristic features are extracted from an acoustic signal which has been recorded using at least one microphone (2a, 2b) and that said characteristic features are processed in an identification phase, using hidden Markov models, in particular for determining a current acoustic environmental scene or noises and/or for recognition of a speaker and words. The invention also relates to a hearing-aid.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (1), wobei das Verfahren darin besteht, dass in einer Extraktionsphase charakteristische Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert werden, und dass in einer Identifikationsphase die charakteristischen unter Verwendung von Hidden Markov Modellen insbesondere zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation bzw. von Geräuschen und/oder zur Sprecher- und Worterkennung verarbeitet werden. Des weiteren ist ein Hörgerät angegeben.

WO 01/22790 A2



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

— Ohne Klassifikation; Zusammenfassung und Bezeichnung von der Internationalen Recherchenbehörde nicht überprüft.

Veröffentlicht:

— Auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes und ein Hörgerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
5 Betrieb eines Hörgerätes sowie ein Hörgerät.

Moderne Hörgeräte können heute mit Hilfe verschiedener
Hörprogramme - typischerweise sind dies zwei bis maximal
drei Programme - unterschiedlichen akustischen
10 Umgebungssituationen angepasst werden. Damit soll das
Hörgerät dem Benutzer in jeder Situation einen optimalen
Nutzen bieten.

Die Wahl des Hörprogramms kann entweder über die
15 Fernbedienung oder über einen Schalter am Hörgerät selbst
vorgenommen werden. Das Umschalten zwischen verschiedenen
Hörprogrammen ist jedoch für viele Benutzer lästig oder
schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Welches Programm zu
welchem Zeitpunkt den optimalen Komfort und die beste
20 Sprachverständlichkeit bietet, ist auch für versierte
Hörgeräteträger nicht immer einfach zu bestimmen. Ein
automatisches Erkennen der akustischen Umgebungssituation
und ein damit verbundenes automatisches Umschalten des
Hörprogramms im Hörgerät ist daher wünschenswert.

25 Es sind derzeit verschiedene Verfahren für die automatische
Klassifizierung von akustischen Umgebungssituationen
bekannt. Bei all diesen Verfahren werden aus dem
Eingangssignal, das beim Hörgerät von einem oder mehreren
30 Mikrofonen stammen kann, verschiedene Merkmale extrahiert.
Basierend auf diesen Merkmalen trifft ein Mustererkenner
unter Anwendung eines Algorithmus eine Entscheidung über
die Zugehörigkeit des analysierten Eingangssignals zu einer
bestimmten akustischen Umgebungssituation. Die
35 verschiedenen bekannten Verfahren unterscheiden sich dabei
einerseits durch die unterschiedlichen Merkmale, welche bei

der Beschreibung der akustischen Umgebungssituation verwendet werden (Signalanalyse), und andererseits durch den verwendeten Mustererkenner der die Merkmale klassifiziert (Signalidentifikation).

5

Für die Merkmalsextraktion in Audiosignalen wurde im Aufsatz von J. M. Kates mit dem Titel "Classification of Background Noises für Hearing-Aid Applications" (1995, Journal of the Acoustical Society of America 97(1), Seiten 10 461 bis 469) vorgeschlagen, eine Analyse der zeitlichen Pegelschwankungen und des Spektrums vorzunehmen. Des weiteren wurde in der Europäischen Patentschrift mit der Nummer EP-B1-0 732 036 eine Analyse des Amplitudenhistogramms zur Erreichung des gleichen Ziels 15 vorgeschlagen. Schliesslich wurde die Merkmalsextraktion auch durch eine Analyse verschiedener Modulationsfrequenzen untersucht und angewendet. Diesbezüglich wird auf die beiden Aufsätze von Ostendorf et. al. mit den Titeln "Empirische Klassifizierung verschiedener akustischer 20 Signale und Sprache mittels einer Modulationsfrequenzanalyse" (1997, DAGA 97, Seiten 608 bis 609) und "Klassifikation von akustischen Signalen basierend auf der Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen Hörgeräten" (1998, DAGA 98, Seiten 402 bis 403) 25 verwiesen. Ein ähnlicher Ansatz ist auch in einem Aufsatz von Edwards et. al. mit dem Titel "Signal-processing algorithms for a new software-based, digital hearing device" (1998, The Hearing Journal 51, Seiten 44 bis 52) offenbart. Weitere mögliche Merkmale sind der Pegel selbst oder die 30 Nulldurchgangsrates wie z.B. in H. L. Hirsch, "Statistical Signal Characterization" (Artech House 1992) beschrieben. Die bisher zur Audiosignalanalyse verwendeten Merkmale sind also rein technisch-basiert.

35 Die bekannten Methoden zur Geräuschklassifikation, bestehend aus Merkmalsextraktion und Mustererkennung,

weisen die Nachteile auf, dass, obwohl eine eindeutige und robuste Identifikation von Sprachsignalen grundsätzlich möglich ist, mehrere verschiedene akustische Umgebungssituationen nicht oder nur in unzureichender Weise klassifiziert werden können. So ist es zwar mit den bekannten Verfahren möglich, reine Sprachsignale von "Nicht-Sprache" - d.h. allen anderen akustischen Umgebungssituationen - unterscheiden zu können. Dies reicht jedoch nicht aus, damit ein für eine momentane akustische Umgebungssituation zu verwendendes optimales Hörprogramm gewählt werden kann. Als Folge davon ist entweder die Anzahl möglicher Hörprogramme auf die zwei automatisch erkennbaren akustischen Umgebungssituationen beschränkt oder der Hörgeräteträger muss die nicht abgedeckten akustischen Umgebungssituationen selber erkennen und das dazugehörige Hörprogramm von Hand aktivieren.

Grundsätzlich lassen sich für die Geräuschklassifizierung bekannte Musteridentifikationsmethoden verwenden. So eignen sich insbesondere sogenannte Abstandsschätzer, Bayes Klassifizierer, Fuzzy Logic Systeme oder Neuronale Netzwerke als Mustererkenner. Weitere Informationen zu den zwei erst genannten Methoden können der Druckschrift "Pattern Classification and Scene Analysis" von Richard O. Duda und Peter E. Hart (John Wiley & Sons, 1973) entnommen werden. Bezüglich Neuronalen Netzwerken wird auf das Standardwerk von Christopher M. Bishop mit dem Titel "Neural Networks for Pattern Recognition" (1995, Oxford University Press) verwiesen. Des weiteren wird auf die folgenden Publikationen verwiesen: Ostendorf et. al., "Klassifikation von akustischen Signalen basierend auf der Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen Hörgeräten" (Zeitschrift für Audiologie, 1998, Seiten 148 bis 150); F. Feldbusch, "Geräuscheerkennung mittels Neuronaler Netzwerke" (1998, Zeitschrift für Audiologie, Seiten 30 bis 36); Europäische Patentanmeldung mit der

Veröffentlichungsnummer EP-A1-0 814 636; und US-Patent mit der Veröffentlichungsnummer US-5 604 812. All die genannten Mustererkennungsmethoden haben jedoch den Nachteil, dass sie lediglich statische Eigenschaften der interessierenden Geräuschklassen modellieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, zunächst ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes anzugeben, das gegenüber den bekannten Verfahren wesentlich robuster und genauer ist.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Hörgerät sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung basiert auf einer Extraktion von Signalmerkmalen und einer nachfolgenden Separation verschiedener Geräuschquellen sowie einer Identifikation verschiedener Geräusche, wobei Hidden Markov Modelle in der Identifikationsphase eingesetzt werden, um eine momentane Umgebungssituation bzw. Geräusche und/oder einen Sprecher bzw. dessen Worte zu detektieren. Damit werden erstmals dynamische Eigenschaften der interessierenden Klassen berücksichtigt, womit eine erhebliche Verbesserung der Genauigkeit des erfindungsgemässen Verfahrens in allen Anwendungsbereichen, d.h. bei der Detektion der momentanen Umgebungssituation bzw. von Geräuschen als auch bei der Detektion eines Sprechers und einzelner Worte, erreicht worden ist.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens werden an Stelle von oder neben technisch-basierten Merkmalen in der Extraktionsphase auditorisch-basierte Merkmale berücksichtigt. Diese auditorisch-basierten Merkmale werden vorzugsweise mit Methoden der

Auditory Scene Analysis (ASA) ermittelt.

In einer noch weiteren Ausführungsform des
erfindungsgemässen Verfahrens erfolgt in der
5 Extraktionsphase eine Gruppierung der Merkmale mit Hilfe
der Gestaltprinzipien kontextunabhängig oder
kontextabhängig.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung
10 beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt die einzige
Figur ein Blockschaltbild eines Hörgerätes, in dem das
erfindungsgemässe Verfahren realisiert ist.

In der einzige Figur ist mit 1 ein Hörgerät bezeichnet,
15 wobei im folgenden unter dem Begriff "Hörgerät" sowohl
sogenannte Hörhilfen, welche zur Korrektur eines
geschädigten Hörvermögens einer Person eingesetzt werden,
als auch alle anderen akustischen Kommunikationssysteme,
wie zum Beispiel Funkgeräte, zu verstehen sind.

20 Das Hörgerät 1 besteht in bekannter Weise zunächst aus zwei
elektro-akustischen Wandlern 2a, 2b und 6, nämlich einem
oder mehreren Mikrofonen 2a, 2b und einem Lautsprecher 6 -
auch etwa als Hörer bezeichnet. Ein eigentlicher
25 Hauptbestandteil eines Hörgerätes 1 ist eine mit 4
bezeichnete Übertragungseinheit, in welcher die - im Falle
einer Hörhilfe - auf den Benutzer des Hörgerätes 1
abgestimmten Signalmodifikationen vorgenommen werden. Die
in der Übertragungseinheit 4 vorgenommenen Operationen sind
30 jedoch nicht nur von der Art einer vorgegebenen
Zielfunktion des Hörgerätes 1 abhängig, sondern werden
insbesondere auch in Abhängigkeit der momentanen
akustischen Umgebungssituation gewählt. Aus diesem Grund
wurden z. B. bereits Hörhilfen angeboten, bei denen der
35 Geräteträger eine manuelle Umschaltung zwischen
verschiedenen Hörprogrammen vornehmen kann, die auf

bestimmte akustische Umgebungssituationen angepasst sind. Ebenso sind Hörhilfen bekannt, bei denen die Erkennung der akustischen Umgebungssituation automatisch vorgenommen wird. Diesbezüglich sei nochmals auf die europäischen Patentschriften mit den Veröffentlichungsnummern EP-B1-0 732 036 und EP-A1-0 814 636 sowie auf das US Patent mit der Veröffentlichungsnummer US-5 604 812, und auf die Broschüre "Claro Autoselect" der Firma Phonak hearing systems (28148(GB)/0300, 1999) verwiesen.

10 Neben den erwähnten Bestandteilen - wie Mikrophone 2a, 2b, Übertragungseinheit 4 und Hörer 6 - ist im Hörgerät 1 eine Signalanalyseeinheit 7 und eine Signalidentifikationseinheit 8 vorgesehen. Handelt es sich
15 beim Hörgerät 1 um eine Realisierung mittels Digitaltechnologie, so sind zwischen den Mikrofonen 2a, 2b und der Übertragungseinheit 4 ein oder mehrere Analog/Digital-Wandler 3a, 3b und zwischen der Übertragungseinheit 4 und dem Hörer 6 ein Digital/Analog-
20 Wandler 5 vorgesehen. Obwohl die Realisierung in Digitaltechnologie die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ist grundsätzlich auch denkbar, dass alle Komponenten in Analogtechnologie realisiert sind. Diesfalls entfallen selbstverständlich die Wandler 3a, 3b
25 und 5.

Die Signalanalyseeinheit 7 ist mit dem gleichen Eingangssignal beaufschlagt wie die Übertragungseinheit 4. Schliesslich ist die Signalidentifikationseinheit 8, welche
30 mit dem Ausgang der Signalanalyseeinheit 7 verbunden ist, mit der Übertragungseinheit 4 und mit einer Steuereinheit 9 verbunden.

Mit 10 ist eine Trainingseinheit bezeichnet, mit Hilfe
35 derer die Ermittlung von für die Klassifizierung in der Signalidentifikationseinheit 8 benötigten Parameter in

einem "off-line"-Betrieb vorgenommen wird.

Die durch die Signalanalyseeinheit 7 und die
Signalidentifikationseinheit 8 ermittelten Einstellungen
5 der Übertragungseinheit 4 und der Steuereinheit 9 können
durch den Benutzer mittels einer Benutzereingabeeinheit 11
überschrieben werden.

Im folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren
10 erläutert:

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen
Verfahrens basiert darauf, dass in einer Extraktionsphase
charakteristische Merkmale aus einem akustischen Signal
15 extrahiert werden, wobei anstelle oder zusätzlich zu
technisch-basierten Merkmalen - wie z. B. die früher
erwähnten Nulldurchgangsraten, zeitlichen
Pegelschwankungen, verschiedenen Modulationsfrequenzen,
oder der Pegel, der spektrale Schwerpunkt, die
20 Amplitudenverteilung, etc. - auch auditorisch-basierte
Merkmale verwendet werden. Diese auditorisch-basierten
Merkmale werden mit Hilfe der Auditory Scene Analysis (ASA)
ermittelt und umfassen insbesondere die Lautheit, die
spektrale Form (timbre), die harmonische Struktur (pitch),
25 gemeinsame Einschwing- und Ausschwingzeiten (on-/offsets),
kohärente Amplitudenmodulationen, kohärente
Frequenzmodulationen, kohärente Frequenzübergänge,
binaurale Effekte, etc. Erläuterungen zur Auditory Scene
Analysis sind z. B. in den Werken von A. Bregman, "Auditory
30 Scene Analysis" (MIT Press, 1990) und W. A. Yost,
"Fundamentals of Hearing - An Introduction" (Academic
Press, 1977) zu finden. Angaben zu den einzelnen
auditorisch-basierten Merkmalen findet man u.a. in W.
A. Yost und S. Sheft, "Auditory Perception" (in "Human
35 Psychophysics", herausgegeben von W. A. Yost, A. N. Popper
und R. R. Fay, Springer 1993), W. M. Hartmann, "Pitch,

periodicity, and auditory organization" (Journal of the Acoustical Society of America, 100 (6), Seiten 3491 bis 3502, 1996), sowie D. K. Mellinger und B. M. Mont-Reynaud, "Scene Analysis" (in "Auditory Computation", herausgegeben von H. L. Hawkins, T. A. McMullen, A. N. Popper und R. R. Fay, Springer 1996).

Als Beispiel für die Verwendung von auditorisch-basierten Merkmalen bei der Signalanalyse sei an dieser Stelle die Charakterisierung der Tonalität des akustischen Signals durch die Analyse der harmonischen Struktur angegeben, was speziell für die Identifikation tonaler Signale, wie Sprache und Musik, geeignet ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist es vorgesehen, in der Signalanalyseeinheit 7 des weiteren eine Gruppierung der Merkmale mittels Gestalt-Prinzipien vorzunehmen. Dabei werden die Prinzipien der Gestalttheorie, bei der qualitative Eigenschaften - wie Kontinuität, Nähe, Ähnlichkeit, gemeinsames Schicksal, Geschlossenheit, gute Fortsetzung und andere - untersucht werden, auf die auditorisch-basierten und eventuell technischen Merkmale zur Bildung von auditorischen Objekten angewendet. Die Gruppierung kann - wie übrigens auch die Merkmalsextraktion in der Extraktionsphase - entweder kontext-unabhängig, also ohne Hinzunahme von zusätzlichem Wissen, durchgeführt werden (sogenannt "primitive" Gruppierung), oder sie kann kontext-abhängig im Sinne der menschlichen auditorischen Wahrnehmung unter Verwendung von zusätzlicher Information oder Hypothesen über den Signalgehalt erfolgen (sogenannt "schema-basierte" Gruppierung). Die kontext-abhängige Gruppierung ist also der jeweiligen akustischen Situation angepasst. Für ausführliche Erläuterungen der Prinzipien der Gestalttheorie und der Gruppierung mittels Gestaltprinzipien sei stellvertretend auf folgende

Veröffentlichungen verwiesen: "Wahrnehmungspsychologie" von E. B. Goldstein (Spektrum Akademischer Verlag, 1997), "Neuronale Grundlagen der Gestaltwahrnehmung" von A. K. Engel und W. Singer (Spektrum der Wissenschaft, 1998, 5 Seiten 66-73), sowie "Auditory Scene Analysis" von A. Bregman (MIT Press, 1990).

Der Vorteil der Anwendung dieser Gruppierungsverfahren liegt darin, dass die Merkmale des Eingangssignals weiter 10 differenziert werden können. Insbesondere sind dadurch Signalteile identifizierbar, welche von unterschiedlichen Klangquellen stammen. Dies ermöglicht, dass die extrahierten Merkmale einzelnen Geräuschquellen zugeordnet werden können, womit zusätzliches Wissen über die 15 vorhandenen Geräuschquellen - und damit über die momentane Umgebungssituation - erhalten wird.

Der zweite Aspekt des hier beschriebenen erfindungsgemässen Verfahrens betrifft die Mustererkennung bzw. die 20 Signalidentifikation, welche in der Identifikationsphase vorgenommen wird. In der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens kommt in der Signalidentifikationseinheit 8 zur automatischen Klassifizierung der akustischen Umgebungssituation die 25 Methode der Hidden Markov Modelle (HMM) zur Anwendung. Damit können auch zeitliche Änderungen der berechneten Merkmale zur Klassifizierung eingesetzt werden. Demzufolge können auch dynamische und nicht nur statische Eigenschaften der zu erkennenden Umgebungssituationen resp. 30 Geräuschklassen berücksichtigt werden. Ebenfalls möglich ist die Kombination von HMMs mit anderen Klassifizierern, z. B. in einem mehrstufigen Erkennungsverfahren, zur Identifikation der akustischen Umgebung.

35 Erfindungsgemäss eignet sich der erwähnte zweite Aspekt des Verfahrens, d.h. die Verwendung von Hidden Markov Modellen,

- 10 -

vorzüglich zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation bzw. von Geräuschen. Ebenfalls das Erkennen von einem Sprecher sowie die Detektion einzelner Worte oder Phrasen lassen sich mit äusserst guten

- 5 Ergebnissen bewerkstelligen, und zwar auch für sich allein, d.h. auch ohne die Mitberücksichtigung von auditorisch-basierten Merkmalen in der Extraktionsphase bzw. auch ohne die Verwendung von ASA- (Auditory Scene Analysis)-Methoden, welche in einer weiteren Ausführungsform zur Bestimmung von
- 10 charakteristischen Merkmalen eingesetzt wird.

- Das Ausgangssignal der Signalidentifikationseinheit 8 enthält somit Informationen über die Art der akustischen Umgebung (akustische Umgebungssituation). Diese Information
- 15 wird der Übertragungseinheit 4 beaufschlagt, in der das für die erkannte Umgebungssituation geeignetste Programm bzw. der geeignetste Parametersatz für die Übertragung ausgewählt wird. Gleichzeitig wird die in der Signalidentifikation 8 ermittelte Information der
- 20 Steuereinheit 9 für weitere Funktionen beaufschlagt, wo je nach Situation eine beliebige Funktion - z.B. ein akustisches Signal - ausgelöst werden kann.

- Werden in der Identifikationsphase Hidden Markov Modelle
- 25 verwendet, so wird ein aufwendiges Verfahren zur Ermittlung der für die Klassifizierung notwendigen Parameter notwendig. Diese Parameterermittlung erfolgt daher vorzugsweise in einem "Off-line"-Verfahren, und zwar für jede Klasse allein. Die eigentliche Identifikation
- 30 verschiedener akustischer Umgebungssituationen erfordert nur geringen Speicherplatz und wenig Rechenkapazität. Daher wird vorgeschlagen, eine Trainingseinheit 9 vorzusehen, die zur Parameterbestimmung ausreichend Rechenleistung aufweist und die mit geeigneten Mitteln mit dem Hörgerät 1 zum Zweck
- 35 des Datentransfers verbindbar sind. Solche Mittel können beispielsweise eine einfache Drahtverbindung mit

entsprechenden Steckern sein.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren ist es somit möglich, aus einer Vielzahl verschiedener Einstellmöglichkeiten und automatisch abrufbaren Aktionen die geeignetste auszuwählen, ohne dass der Benutzer des Gerätes selber tätig werden muss. Der Komfort für den Benutzer ist damit wesentlich verbessert, denn es wird unmittelbar nach dem Erkennen einer neuen akustischen Umgebungssituation das richtige Programm bzw. die entsprechende Funktion im Hörgerät 1 selbsttätig gewählt.

Benutzer von Hörgeräten haben oft auch den Wunsch, die vorstehend beschriebene automatische Erkennung der Umgebungssituation und die damit verbundene automatische Wahl des entsprechenden Programms auszuschalten. Aus diesem Grund ist eine Eingabeeinheit 11 vorgesehen, mit der automatische Reaktionen oder die automatische Programmwahl überschrieben werden kann. Eine solche Eingabeeinheit 11 kann z. B. ein Schalter am Hörgerät 1 oder eine Fernbedienung sein, welche durch den Benutzer betätigt wird.

Andere Möglichkeiten wie z. B. eine sprachgesteuerte Benutzereingabe sind ebenfalls denkbar.

- 12 -

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (1), wobei das
5 Verfahren darin besteht,
 - dass in einer Extraktionsphase charakteristische
Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a,
2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert
10 werden, und
 - dass in einer Identifikationsphase die
charakteristischen Merkmale unter Verwendung der
Hidden Markov Modelle insbesondere zur Bestimmung
einer momentanen akustischen Umgebungssituation bzw.
15 von Geräuschen und/oder zur Sprecher- und
Worterkennung verarbeitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
in der Extraktionsphase zur Bestimmung der
20 charakteristischen Merkmale ASA- (Auditory Scene Analysis)-
Methoden verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass ein oder mehrere der folgenden
25 auditorisch-basierten Merkmale bei der Merkmalsextraktion
ermittelt werden: Lautheit, spektrale Form, harmonische
Struktur, gemeinsame Ein- und Ausschwingvorgänge, kohärente
Amplitudenmodulationen, kohärente Frequenzmodulationen,
kohärente Frequenztransitionen und binaurale Effekte.
30
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu auditorisch-
basierten Merkmalen auch beliebige andere Merkmale
ermittelt werden.
35
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung von auditorischen Objekten die auditorisch-basierten und die gegebenenfalls anderen Merkmale mit den Prinzipien der Gestalttheorie gruppiert werden.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Merkmalsextraktion und/oder die Gruppierung der Merkmale entweder kontext-unabhängig oder kontext-abhängig im Sinne der menschlichen auditorischen Wahrnehmung, unter Berücksichtigung von zusätzlicher Information oder Hypothesen über den Signalgehalt und somit der jeweiligen akustischen Situation angepasst, durchgeführt wird.

15

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Identifikationsphase auf Daten zugegriffen wird, welche in einer "off-line"-Trainingsphase ermittelt wurden.

20

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Extraktionsphase und die Identifikationsphase kontinuierlich resp. in regelmässigen oder unregelmässigen Zeitabständen erfolgt.

25

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund einer ermittelten momentanen akustischen Umgebungssituation ein Programm bzw. eine Übertragungsfunktion zwischen mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) und einem Hörer (6) im Hörgerät (1) eingestellt wird.

30

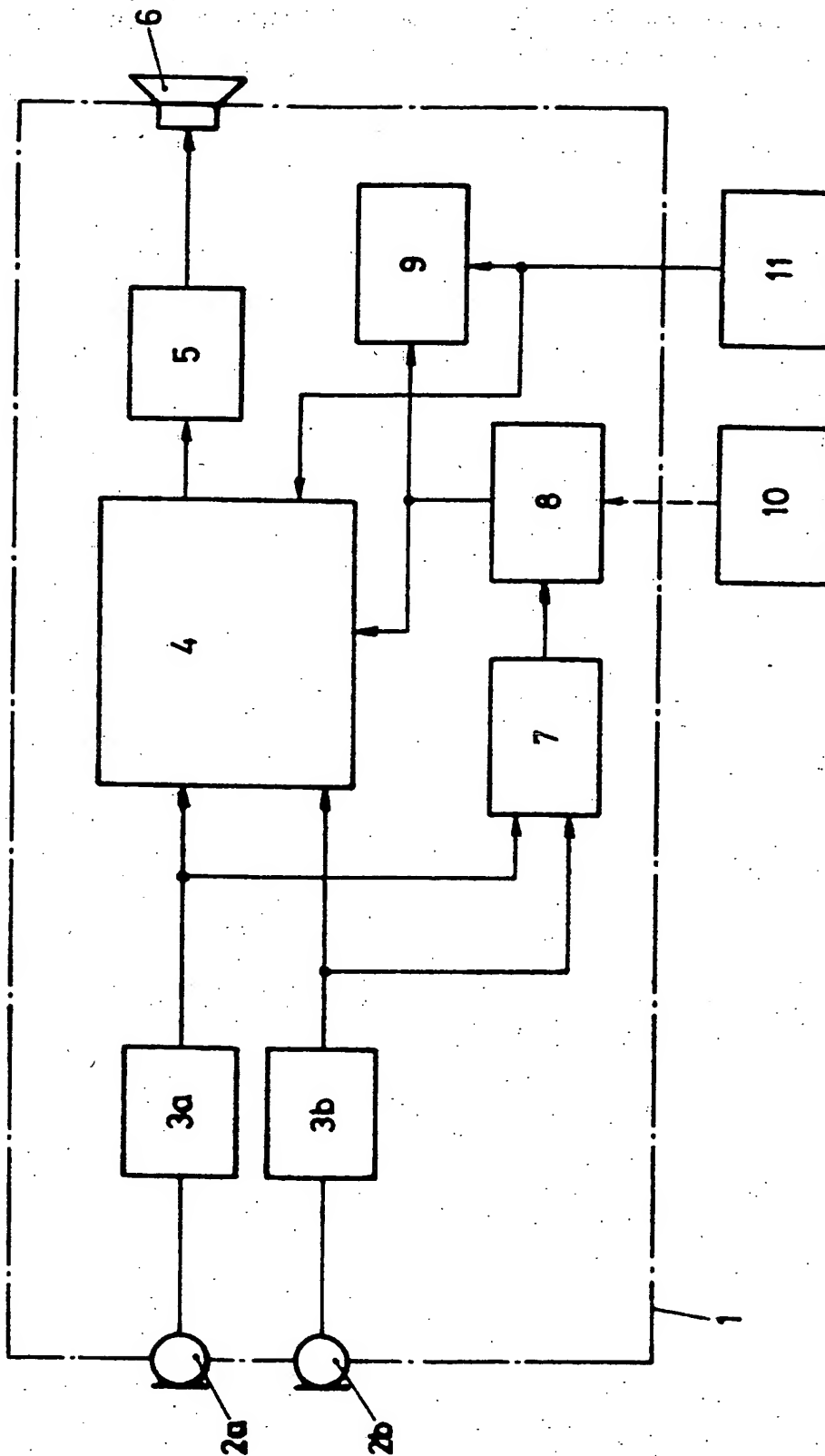
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund einer ermittelten momentanen akustischen Umgebungssituation, einem detektierten Geräusch, einem detektierten Sprecher oder einem detektierten Wort eine bestimmte Funktion im Hörgerät (1) ausgelöst wird.

35

11. Hörgerät (1) mit einer Übertragungseinheit (4), die eingangsseitig mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) und ausgangsseitig mit einem Hörer (6) wirkverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangssignal der Übertragungseinheit (4) gleichzeitig einer Signalanalyseeinheit (7) zur Extraktion von Merkmalen beaufschlagt ist, dass die Signalanalyseeinheit (7) mit einer Signalidentifikationseinheit (8) wirkverbunden ist, in der unter Verwendung von Hidden Markov Modellen insbesondere eine momentanen akustischen Umgebungssituation bzw. Geräusche und/oder ein Sprecher bzw. dessen Worte bestimmt werden.
12. Hörgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalidentifikationseinheit (8) mit der Übertragungseinheit (4) zur Einstellung eines Programms bzw. einer Übertragungsfunktion wirkverbunden ist.
13. Hörgerät (1) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Eingabeeinheit (11) vorgesehen ist, welche mit der Übertragungseinheit (4) wirkverbunden ist.
14. Hörgerät (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (9) vorgesehen ist, wobei die Signalidentifikationseinheit (8) mit der Steuereinheit (9) wirkverbunden ist.
15. Hörgerät (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabeeinheit (11) mit der Steuereinheit (9) wirkverbunden ist.
16. Hörgerät (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass beliebige Mittel zum

- 15 -

Übertragen von Parametern von einer Trainingseinheit (10)
zur Signalidentifikationseinheit (8) vorgesehen sind.



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/22790 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04R 25/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/CH01/00007**

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2001 (05.01.2001)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **PHONAK AG [CH/CH];** Laubisrütistrasse 28,
CH-8712 Stäfa (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ALLEGRO, Silvia**

[CH/CH]: Pfannenstielstrasse 3, CH-8618 Oetwil am See
(CH). **BÜCHLER, Michael [CH/CH];** Lindenbachstrasse
50, CH-8006 Zürich (CH).

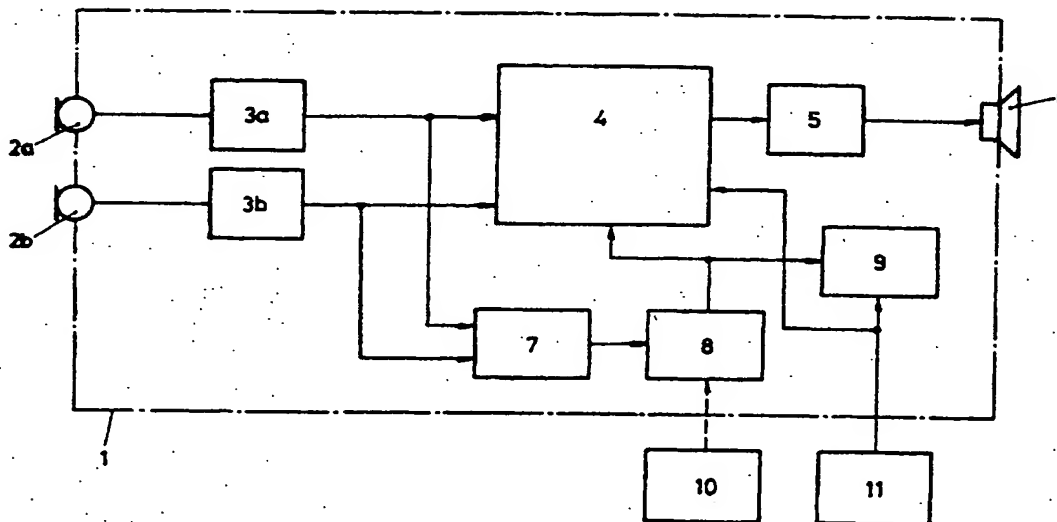
(74) **Anwalt: RIGLING, Peter;** Patentanwaltsbüro, Trösch
Scheidegger Werner AG, Schwäntemos 14, CH-8126 Zu-
mikon-Zürich (CH).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A HEARING-AID AND A HEARING AID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTES UND EIN HÖRGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a hearing aid (1). The method is characterised in that characteristic features are extracted from an acoustic signal which has been recorded using at least one microphone (2a, 2b) and that said characteristic features are processed in an identification phase, using hidden Markov models, in particular for determining a current acoustic environmental scene or noises and/or for recognition of a speaker and words. The invention also relates to a hearing-aid.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (1), wobei das Verfahren darin besteht, dass in einer Extraktionsphase charakteristische Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert werden, und dass in einer Identifikationsphase die charakteristischen unter Verwendung von Hidden Markov Modellen insbesondere zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation bzw. von Geräuschen und/oder zur Sprecher- und Worterkennung verarbeitet werden. Des weiteren ist ein Hörgerät angegeben.

WO 01/22790 A3



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:

18. April 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen
- auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 01/00007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04R25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 881 625 A (AT & T CORP) 2 December 1998 (1998-12-02) abstract column 6, line 26-45 column 7, line 39-55 claims 1,2,6,8,10,12; figures 1,2	1,3,7,8
Y		2,4,9-16
A		5,6
Y	EP 0 681 411 A (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK GMBH) 8 November 1995 (1995-11-08) cited in the application abstract column 2, line 51-56 column 5, line 2-50 column 6, line 32-39 claims 1,5; figures 1,3	4,9-16
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 February 2002

Date of mailing of the international search report

15/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gijssels, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CH 01/00007

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 002 776 A (BHADKAMKAR NEAL ASHOK ET AL) 14 December 1999 (1999-12-14) abstract column 1, line 22-42 figure 1	2
A	----- MELLINGER D K: "Feature-map methods for extracting sound frequency modulation" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 1991. 1991 CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-FIFTH ASILOMAR CONFERENCE ON PACIFIC GROVE, CA, USA 4-6 NOV. 1991, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US, 4 November 1991 (1991-11-04), pages 795-799, XP010026410 ISBN: 0-8186-2470-1 -----	
E	WO 01 76321 A (GN RESOUND A/S) 11 October 2001 (2001-10-11) abstract page 17, line 8 -page 18, line 20 claims 1,3,5; figures 2,3 -----	1,3, 9-12,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 01/00007

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0881625	A	02-12-1998	US 5960397 A CA 2233728 A1 EP 0881625 A2	28-09-1999 27-11-1998 02-12-1998
EP 0681411	A	08-11-1995	EP 0681411 A1 US 5604812 A	08-11-1995 18-02-1997
US 6002776	A	14-12-1999	AU 7361196 A EP 0806092 A1 JP 10510127 T WO 9711533 A1	09-04-1997 12-11-1997 29-09-1998 27-03-1997
WO 0176321	A	11-10-2001	WO 0176321 A1	11-10-2001

INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 01/00007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04R25/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 881 625 A (AT & T CORP) 2. Dezember 1998 (1998-12-02) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 26-45 Spalte 7, Zeile 39-55 Ansprüche 1,2,6,8,10,12; Abbildungen 1,2	1,3,7,8
Y	---	2,4,9-16
A	---	5,6
Y	EP 0 681 411 A (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK GMBH) 8. November 1995 (1995-11-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 51-56 Spalte 5, Zeile 2-50 Spalte 6, Zeile 32-39 Ansprüche 1,5; Abbildungen 1,3 ---	4,9-16
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Februar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Befullmächtigter Bediensteter

Gijssels, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 002 776 A (BHADKAMKAR NEAL ASHOK ET AL) 14. Dezember 1999 (1999-12-14) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 22-42 Abbildung 1	2
A	MELLINGER D K: "Feature-map methods for extracting sound frequency modulation" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 1991. 1991 CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-FIFTH ASILOMAR CONFERENCE ON PACIFIC GROVE, CA, USA 4-6 NOV. 1991, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US, 4. November 1991 (1991-11-04), Seiten 795-799, XP010026410 ISBN: 0-8186-2470-1	
E	WO 01 76321 A (GN RESOUND A/S) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) Zusammenfassung Seite 17, Zeile 8 -Seite 18, Zeile 20 Ansprüche 1,3,5; Abbildungen 2,3	1,3, 9-12,14

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 01/00007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0881625	A	02-12-1998	US 5960397 A	28-09-1999
			CA 2233728 A1	27-11-1998
			EP 0881625 A2	02-12-1998
EP 0681411	A	08-11-1995	EP 0681411 A1	08-11-1995
			US 5604812 A	18-02-1997
US 6002776	A	14-12-1999	AU 7361196 A	09-04-1997
			EP 0806092 A1	12-11-1997
			JP 10510127 T	29-09-1998
			WO 9711533 A1	27-03-1997
WO 0176321	A	11-10-2001	WO 0176321 A1	11-10-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)